

인터넷을 이용한 원격 기계 상태 모니터링 시스템 구현

The Implementation of Remote Machine Health Monitoring System using Internet

김 응 식¹ 김 종 기*²
Woong-Sik Kim Jong-Ki Kim

요 약

본 논문은 인터넷을 이용한 원격 기계상태 모니터링 시스템을 구현하고 실험하였다. 인터넷을 이용한 원격 기계상태 모니터링 시스템은 일반 회사에서 많은 비용과 인력이 소모되는 것을 효율적으로 관리할 수 있어 비용과 시간이 절약되는 장점이 있다. 본 논문에서는 기계상태 모니터링을 위한 프로토콜과 응용 프로그램 및 기계상태 측정 단말기를 개발하여 실험하고 그 결과에 대해 논의한다. 본 연구는 향후 인터넷 원격 기계상태 모니터링 시스템에 대한 발전에 기여 할 것으로 생각된다. 마지막으로 본 논문에서 제안한 시스템이 실험을 통해 좋은 성능을 보여 주었고 또한 상용화의 가능성을 제시해 주었다.

☞ 주제어 : 원격계측, 인터넷 모니터링, 기계상태, 기계건강

ABSTRACT

This research is about the Implementation of Remote Machine Health Monitoring System using Internet. This research will help users in the un-installed office to save a lot of cost and time from checking and managing machines' condition installed in the factory. We have made an experiment and developed the application program and the monitoring terminal which can monitor the machine's condition. This research will contribute to the development of internet and remote instrumentation engineering in the future. Finally the performance of the proposed system was evaluated through experiments, it showed the good performance and the possibility of commercialization.

☞ keyword : Remote Monitoring, Internet Monitoring, Machine's condition, Machine health

1. 서 론

인터넷을 이용한 원격계측 시스템은 최근 가장 연구가 활발히 진행되고 있는 분야이다. 특히 로봇의 웹을 통한 원격제어 시스템은 로봇 및 자동화 분야에서 가장 많이 연구되고 있다. 최근 로봇은 여러 분야에서 여러 형태의 로봇들이 각 분야에 이용되고 있다.

사람들이 활동하기 어려운 유해한 작업이나 위험한 작업에 쓰이면서 작업의 효율을 높이기 위해 자동 로봇을 제어하여 사용되어지고 있다. 하지만 로봇을 일일이 감시하여 동작을 확인을 할 수는 없다. 따라서 본 논문에서 이러한 불편을 없애고 로봇들의 상태를 알고 오작동을 없애고자 한다. 지능형 로봇분야에는 청소용 로봇, 우주탐사 로봇 등의 선행 연구가 진행되었으며, 본 연구에서는 이와 같은 선행 연구를 기반으로 인터넷을 이용한 원격 기계 상태 모니터링 시스템을 구현하고자 한다.

본 논문에서는 단순한 엔지니어링 정보를 수집하는 시스템이 아닌 설비의 동작상태 및 데이터를 직관적으로 확인 할 수 있는 시스템 구축하여 저장된 정보를 사후에도 확인할 수 있도록 연구하였다.

이를 위하여 각종 센서 데이터를 사용하여 실시간 원격 기계 상태 모니터링 및 관리 시스템을 구축하고, 인터넷 망을 이용한 웹 모니터링 시스템을 구축함으로써 기존의 모니터링 시스템보다 향상된 결과를 얻을 수 있도록 연구하였다.

또한, 실시간 모니터링을 통한 기계 고장으로 인한 손실을 최소화하여 엔지니어를 호출하기 전에 그 상황을 가시화하여 엔지니어에게 미리 알려줌으로써 상황대처에 걸리는 시간 단축 및 비용 절감, 문제 해결 방법을 신

¹ Integrate IT School, Konyang Univ. Choongnam-Do, Nonsancity, Naedong 119, Korea

² Dept. of Information & Security, Konyang Univ. Choongnam-Do, Nonsancity, Naedong 119, Korea

* Corresponding author (jkkim@konyang.ac.kr)

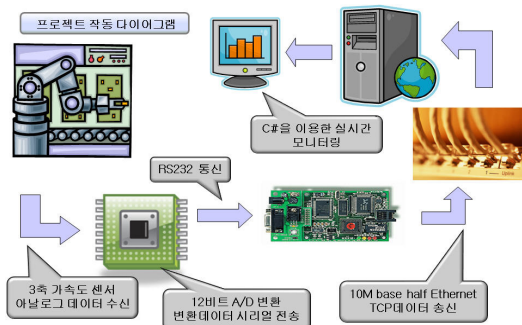
[Received 31 July 2013, Reviewed 9 August 2013, Accepted 4 October 2013]

속하고 정확히 파악하여 문제점을 신속하게 해결하고 쉽게 결과에 도달 할 수 있도록 하였다.

이와 같은 결과로 시간과 돈을 절약할 수 있으며 엔지니어가 그 장소에 급히 가야 하는 상황인지를 사전에 판단 할 수 있고, 기존 모니터링시장에 우리나라의 큰 특징인 통신 및 인터넷기술을 융합하여 새로운 개념의 모니터링 기술 구현을 하였다.

2. 본 론

인터넷을 이용한 원격 기계 상태 모니터링 시스템을 구현하기 위해서 모니터링 단말기와, 응용프로그램과 프로토콜을 개발하였다. 전체적인 시스템 구성도는 그림 1 과 같다.

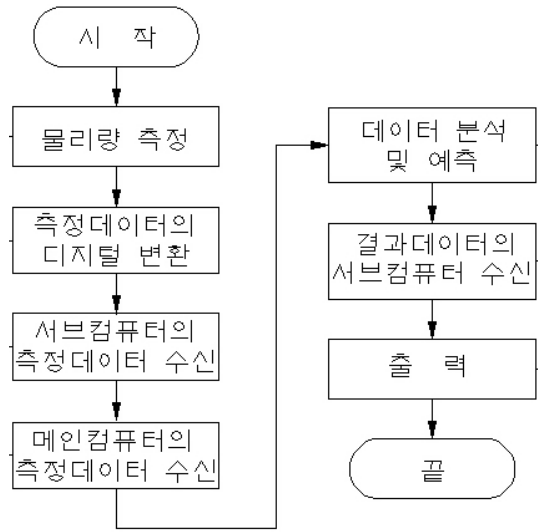


(그림 1) 시스템 구성도
(Figure 1) System Configuration

또한, 위에서 설명한 측정 모듈(단말기)은 측정센서에 의해 측정된 설비의 물리량에 대한 측정데이터가 A/D 변환부에 의해 디지털화되어 관리모듈로 전송되도록 구성하였다.

즉, 본 논문에서 구현한 원격 기계 상태 모니터링 시스템은 해당 설비의 물리량을 측정하도록 이루어진 여러 개의 측정 모듈과 그 모듈로부터 수신된 데이터가 해당 서버컴퓨터에서 인터넷 통신을 위한 프로토콜로 변환되어 메인 컴퓨터로 전송되고, 이 메인컴퓨터에서 분석되고 예측된 해당 측정데이터에 대한 결과데이터가 해당 서버컴퓨터로 역전송 되어 출력되도록 이루어진 원격 기계 상태 모니터링 시스템이다.

그림 2와 같이 시스템 구동이 시작되면 먼저 해당기 기들의 물리량을 측정하고, 이를 디지털화 하여 서버 컴퓨터에 전달되고, 이 데이터는 메인 컴퓨터에 수집되고



(그림 2) 모니터링 시스템 순서도
(Figure 2) Monitoring System Flow Chart

분석 및 예측이 이루어진다. 다음으로 결과데이터 값이 서버 컴퓨터로 수신이 되어 단말기에서 해당 물리량의 변화에 대한 대처를 할 수 있는 시스템이다.

3. 실험 및 결과

3.1 기계상태 모니터링 단말기 구현

데이터 수집보드는 PBM-R5를 이용하여 주변 온도를 측정하고, A/D값을 PC로 전송을 한다. PC측에서는 데이터 수집보드의 LED를 ON/OFF 시키고, LCD를 제어할 수가 있다. 아래는 데이터 수집보드이다.

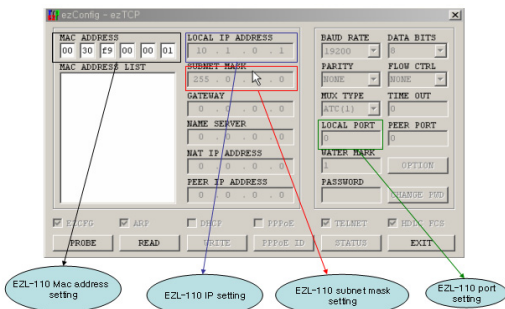


(그림 3) 모니터링 시스템 하드웨어
(Figure 3) Monitoring System Hardware

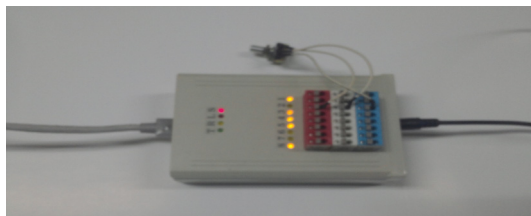
이더넷 모듈의 제어는 PIC16F877 마이크로컨트롤러를 내장한 PBM-R5 모듈을 사용했다. PIC 마이크로컨트롤러 모듈과 AD 변환기를 통해 각 채널의 데이터 입력을 제어한다. AD사의 12 비트 A/D 변환기(부품 번호 AD1674)는 three-state 버퍼가 자체 내장되어 있다. 16 채널 중 데이터를 획득하고자 하는 채널은 A/D 변환기의 칩 선택 핀에 OV 디지털신호를 주어 선택하도록 하였고, 각 채널 별 A/D 변환기마다 1개의 디지털 신호 회선만으로도 A/D 변환과 three-state 버퍼로의 12 비트 디지털 신호가 전송하게 된다.

이더넷 모듈(EZL-110)은 시리얼 포트(RS-232)를 통해서 얻어진 정보를 TCP/IP 프로토콜로 변환하여 컴퓨터로 전송을 한다. 이 방식은 이더넷을 통한 네트워크망에 접속하여 정보를 주고받을 수가 있다는 장점이 있다.

그림 4는 EZL-110 보드 설정 어플리케이션 화면으로 (ezcfg.exe) 화면의 좌측 하단 PROBE 버튼을 누르면 network 상에서 EZL-110 보드를 자동으로 검색해서 찾아주는 기능을 하며, 그후 MAC ADDRESS, IP, PORT, SUBNETMASK를 설정하고 하단 중간의 WRITE 버튼을 누르면 해당 설정이 EZL-110 보드에 저장된다. 그 후, EZL-110 보드는 단말기와 통신을 하게 된다.



(그림 4) 모니터링 시스템 소프트웨어
(Figure 4) Monitoring System Software

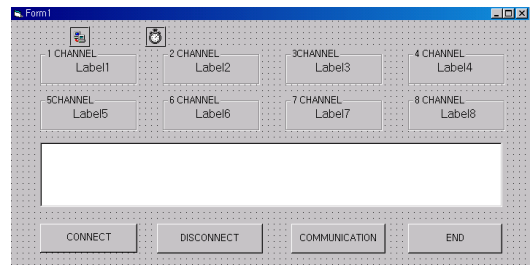


(그림 5) 측정 모듈
(Figure 5) Monitoring Module

그림 5는 가속도 센서를 사용하여 그림 3의 이더넷 모듈에 데이터를 전송하는 단말기이다. 본 논문에서 사용되어진 가속도 센서는 아날로그 신호를 MCU에서 인식할 수 있는 12비트 디지털신호로 변환하여 데이터를 시리얼 포트를 통해 이더넷 모듈에 전송한다.

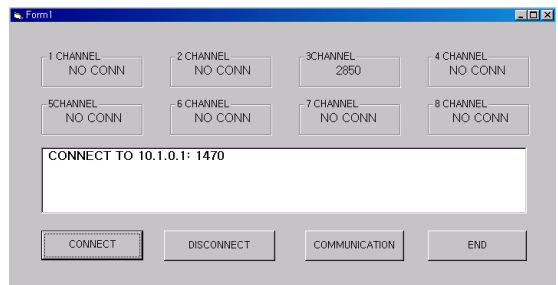
3.2 응용 프로그램 개발

응용 프로그램 개발 틀은 PC상에서 EZL-110에 접속하기 위한 소켓프로그램을 만들어야 하는데 비주얼베이직 6.0을 이용한 프로그래밍을 하였고 임베디드 시스템에 쉽게 적용이 가능하다. 프로그래밍은 측정된 물리량의 센서 값을 연결된 채널로부터 그 값을 수치화로 나타낼 수 있고 TCP/IP 연결 프로그램 데이터 통신 프로그래밍을 하였다.



(그림 6) 프로그램 통신 설정 화면
(Figure 6) Program Communication Setting Screen

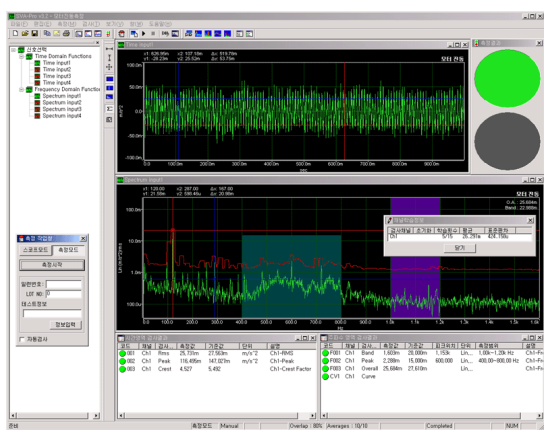
그림 6은 모니터링 시스템 응용 프로그램으로 네트워크를 연결하고 현재 기계 상태를 수치로서 나타내고 8개 채널에 그 값을 나타낼 수 있다. 총 8개 채널에서 동시에 값을 나타낼 수 있으며 간단한 인터페이스로 사용자가 쉽게 사용할 수 있다.



(그림 7) 프로그램 연결
(Figure 7) Program Connection Screen

그림 7은 비주얼베이직으로 작성한 프로그램을 실행 시킨 초기 화면이다. PC에서 EZL-110의 IP 어드레스와 포트에 접속을 하면, 옆 화면과 같이 현재 온도와 A/D값을 디스플레이 한다.

IP 어드레스와 포트는 미리 EZL-110에 환경 설정을 하여 놓은 상태임을 전제 조건으로 한다. 여기서는 10.10.1 어드레스에 1470번 포트에 접속을 한다. 본 논문에서 인터넷을 이용한 원격 기계 상태 모니터링 시스템을 구현하고 3축 가속도 센서를 이용하여 환풍기에 상태를 체크할 수 있는 실험을 하였다.



(그림 8) 프로그램 결과 화면
(Figure 8) Program Result Screen

그림 8은 모니터링 시스템을 실행결과이다. 연구결과 본 시스템의 실험은 3CHANNEL에 연결하여 실시간으로 변화하는 데이터가 들어오는 것이 확인되었고 선택한 채널에서 데이터를 받아 원격에서 기계 상태 모니터링을 할 수 있는 시스템을 구현하여 실험하였다.

4. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 인터넷을 이용한 원격 기계 상태 모니터링 시스템의 구현을 제안했다. 제안된 시스템은 현재 우리산업계에 기계 상태 모니터링의 필요성에 대한 공감대가 형성되어 있는 상태이며, 부분적으로 모니터링을 위한 계측기 및 센서의 국산화가 이루어진 상태이다. 최근에서 국가 연구소에서 각 기업의 기계 상태 모니터링 결과의 DB화 및 정보공유를 위한 시도가 이루어지고 있다.

공장단위에서 기계 상태 모니터링에 필요한 물리량 (진동, 온도, 압력, 변형률 등)을 공장에 설치된 센서를 이용하여 측정하고, 측정결과를 전용회선을 통하여 중앙 모니터링 센터로 송신하게 함으로써, 중앙 모니터링 센터에서 각 공장에서 송신된 측정결과와 데이터의 분석, 진단 및 예측을 일괄적으로 수행하며, 이 결과를 각 단위공장에서 보안이 유지된 인터넷공간을 통하여 온라인으로 확인할 수 있도록 함으로써, 기존 모니터링의 과도한 비용을 사회간접자본인 통신 및 인터넷을 이용하여 크게 절감시킬 수 있게 한다.

인터넷 공간 및 기술을 기계 상태 모니터링 기술과 결합하여, 기존의 공장단위의 모니터링 기술 및 설비를 통합적으로 관리하고, 효율적으로 유지하게 하며, 공장단위의 모니터링에 대한 설비투자 및 유지에 따른 경제적, 기술적 부담을 최소화하는 인터넷공간을 활용한 통합 기계 상태 모니터링 시스템은 향후에 인터넷 및 이동통신의 발전 및 센서기술의 발전으로 더욱 정밀한 인터넷 원격계측 시스템이 구현될 것으로 보인다.

참고 문헌(Reference)

- [1] Fei Yang, Meiyu Huang, Sihai Zhang, Wuyang Zhou, "Performance Analysis on Two-Way Relay System with Co-Channel Interference," *Wireless Personal Communications Volume 72, No 1, 2013*, pp. 415-434.
- [2] Young-Jin Tak, Jeong-Bae Lee, Hyeong-Wook Han, "A Design of Monitoring Tool for Sensor Network System Analysis," *KAIS Vol. 1, 2010 MAY 28*, pp.95-98.
- [3] Gehrke. J., Ling Liu, "Sensor-Network Applications," *IEEE Journal*, vol. 10, 2006, pp.16-17.
- [4] Yun-young Lee, Sang-Hun Song, "Development of Distance Education Programs Utilizing Diffy Game for the Math Gifted Students in Elementary School," *Journal of Korea Society Educational Studies in Mathematics School Mathematics Vol. 15, No. 1. Mar 2013*, pp. 121-136.
- [5] Duc-Hee Koo, "Design and Implementation of Distance Learner's Attendance Checking System Based on PC Camera," *Journal of the Korean association of information education, Vol.16 No.3, 2012*, pp.283-289
- [6] Eui-Bung Jeoung, You-Yub Lee, Je-Ho Song2, "The Analysis of affection on electromagnetic wave for

- U-healthcare Remote Diagnosis System,” Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society , Vol.13 No.11, 2012, pp.5442-5446
- [7] Sang-Woo Lee, Jang-Woo Park, Shin- Suk Park, “Master Arm and Control System for Teleoperated Bolting Robot,” Journal of the Korean Society for Precision Engineering Vol. 30, No. 2, 2013, pp. 185-193
- [8] Ballagas, R. Borchers, J. Rohs, M. Sheridan, J.G.RWTH Aachen Univ., Germany, “The smart phone: a ubiquitous input device”, IEEE Computer Society. 2006. MARCH.
- [9] Nichols, J. Myers, B.A. Sch. of Comput. Sci., Carnegie Mellon Univ., Pittsburgh, PA, Nichols, J. Myers, B.A. “Controlling Home and Office Appliances with Smart Phones,” Pervasive Computing, IEEE, 2006, pp. 60-67.
- [10] Jae-Saeng Kim, Jeong-Sik Lee, “Implementation of a Remote Controlling System between Server/Client based Mobile,” The Journal of the Korea Contents Association, Vol. 10 No.6, 2010, pp.106-114

● 저 자 소 개 ●



김 웅 식(Woong-Sik, Kim)

1988년 단국대학교 전자계산학과(이공학사)
1990년 인하대학교 정보공학과(공학석사)
2007년 인하대학교 컴퓨터정보공학과(공학박사)
1996년 6월~2002년 1월 (주) 한국정보통신 개발팀장.
2002년 2월~2005년 3월 (주) 씨크롭 전자통신사업본부 이사.
2005년 4월~2006년 3월 ETRI IT-SoC 사업단 책임 연구원.
2006년 3월~2012년 2월 건양대학교 전자정보공학과 교수.
2013년 3월~현재 건양대학교 창의융합대학 교수
관심분야 : 임베디드시스템, 패턴인식, SoC설계
E-mail : wskim@konyang.ac.kr



김 종 기 (Jong-Ki Kim)

1977년 인하대학교 수학과 졸업(이학학사)
1982년 인하대학교 대학원 수학과 졸업(이학석사)
1992년 인하대학교 대학원 수학과 졸업(이학박사)
1993년~2002년 건양대학교 수학과 교수
2003년~현재 건양대학교 정보보호학과 교수
관심분야 : 데이터베이스, 센서 네트워크, 보안, 정보보호 및 암호, 인터넷 윤리 etc.
E-mail : jkkim@konyang.ac.kr